落花生型間雜交農藝性狀之遺傳變異

楊金興[1]　曾富生[2]

[1] 臺灣省農業試驗所農藝系

[2] 國立中興大學農藝學系

摘　要

本研究利用六個分屬於 Spanish、Valencia 及 Virginia 三種植物型各二品系之落花生為材料，進行 6×6 半互交，分別於 1989 至 1992 年春作在農業試驗所進行 F_1 至 F_4 世代之田間試驗，探討落花生莢果及籽粒性狀各世代後裔族群之變異，以及組合力之變化，並比較型間及型內組合的差異性，以供育種之參考。結果顯示：所調查之八個性狀其族群之變異隨世代在之增加而擴大，且型間組合大於型內組合，而型間組合以亞種間雜交組合略大，在八個性狀中莢數、莢重、粒數及粒重等四個性狀的變異係數明顯大於莢果及籽粒長寬的變異係數，從 F_2 族群的超越分離調查亦顯示亞種間的雜交組合較高。在組合力分析結果，F_1 到 F_3 的 GCA 及 SCA 均方值大多數均呈顯著，而且 SCA 相對增加，顯示 SCA 的效應仍不能忽略，到 F_4 時 SCA 均不顯著。六個親本的 GCA 效應在不同世代差異頗大，很難判斷何者親本較優，因此以早期世代評估親本的優劣，可能會有偏差。比較型間及型內組合的 SCA 效應，從 F_1 到 F_4 變化亦大，型內組合在 F_3 及 F_4 多呈負效應，型間組合的Spanish × Virginia 及 Valencia × Virginia 組合從 F_2 到 F_4 多為正效應。如針對莢果及籽粒性狀進行改良，以 Spanish 及 Velncia 兩種型的品系與 Virginia 型品系進行型間雜交可能較有利。

關鍵詞：落花生、型間雜交、遺傳變異、組合力。

前　言

栽培種落花生依生長習性可分為 Virginia (ssp. *hypogaea* var. *hypogaea*)、Spanish (ssp. *fastigiata* var. *vulgaris*) 及 Valencia (ssp. *fastigiata* var. *fastigiata*) 三種植物型 (botanical type)，各型間雖各具特性但能互相雜交 (Gregory *et al.*, 1980；Hammons, 1973)。Virginia type植株呈半立或匍匐性，主莖不開花，分枝數多且生殖枝與營養枝交互分布於分枝上，成熟期晚，種子具休眠性，而莢果及籽粒較大，具有高產潛

能等特性 (Gregory *et al.*, 1980；Isleib and Wynne, 1983b；Wynne et al., 1970)；但在臺灣栽培均有籽粒不飽滿現象，影響產量及品質，因此很少栽培。Valencia type 與 Spanish type 同屬於 *fastigiata* 亞種，植株均呈直立性，分枝數較少約有 4 枝，主莖及分枝均可開花，成熟期較早，種子不具休眠性等特性。而 Spanish type 莢果及籽粒均較小且多爲兩粒型，臺灣栽培品種均以此型爲主，Valencia type 莢果較長且多爲多粒型者 (Gibbon *et al.*, 1972；Gregory *et al.*, 1980)，目前臺灣亦無此型之推廣品種。

雜交育種爲落花生品種改良最有利的方法 (Nordon, 1973)，爲了擴大遺傳的變異、建立廣大遺傳基礎及增加育種選拔的機會，利用型間及亞種間品種進行雜交，在落花生已普遍被利用 (Hammons, 1973；Layrisse *et al.*, 1980；Parker *et al.*, 1970；Swe and Branch, 1986；Wynne et al., 1975)，如能組合各型之優良特性，將有助於提高產量及品質 (Chiow and Wynne,1983；Hammons, 1971)。而在雜交育種過程中，選擇親本最影響育種成功與否之重要因素。因此，如何有效及正確的評估親本，當爲育種者重要的課題。全互交方法可提供良好的評估，以達到親本選擇的目的，雖然 Barker (1978) 認爲全互交方法對數量性狀遺傳之解釋存有若干缺失，但 Mather and Jinks (1971) 則認爲既使全互交法分析所得之遺傳訊息存有微小偏差，仍可提供有用的組合力訊息供親本選擇之參考。

在落花生，已有許多報告利用全互交方法於早期世代進行親本產量及其相關性狀的組合力分析，有的利用F_1 世代進行評估 (Wynne *et al.*, 1970；Manohran *et al.*, 1985；Anderson *et al.*, 1986；Swe and Branch, 1986；Dwivedi *et al.*, 1989)，也有利用 F_2 世代進行分析 (Wynne *et al.*, 1975；Gibori *et al.*, 1978；Layrisse *et al.*, 1980；Makne and Bhale, 1987)。落花生爲自交作物，以基因固定時爲選拔的最終對象。育種材料於自交幾代後其表現是否一致，是值得考慮的問題，因此，早期世代進行組合力分析必需與後期世代的實際表現具有高度相關性，才能獲得正確的訊息。Wynne (1976) 研究發現F_2 與 F_5 世代其產量的 GCA 效應具有顯著的相關性；Isleib and Wynne (1983b) 利用測交方法進行評估，亦認爲F_2 世代及親本的表現與 F_4 世代具有高度相關性，而 F_1 世代則無；Holbrook (1990) 亦指出親本與 F_2 、F_3 的表現具相關性，而且 F_2 與 F_3 之 GCA 效應均相似，但認爲在 F 世代進行評估並不適當。前述作者是在同時同地進行試驗，或認爲年度間爲均質性所得之結果；但基因型與環境交感作用普遍存在 (Sangha and Labana, 1982；Swe and Branch, 1986；Michaels, 1988；盧等，1990)；年度間之差異亦普遍存在。而一般育種方式是每年均繁殖後代，因此，如果要在早期世代評估親本及組合的好壞，則必需在不同年度的後代間具相關性。

本研究利用半互交 15 個組合的 F_1 至 F_4 世代，進行落花生莢果及籽粒性狀的族群變異的情形及組合力的變化，並比較型間與型內組合之差異性，以尋求最適當的雜交組合，供育種之參考。

材料與方法

利用六個變異性大的品系 (Spanish、Valencia 及 Virginia 各二品系) 進行 6×6 半互交，共有 15 個組合及親本進行田間試驗，從F_1 到F_4 世代分別於1989到1992年春作在臺中縣霧峰鄉臺台灣省農業試驗所進行，田間採用逢機完全區集設計，F_1 行株距45×20cm，行長 3m，重複 4 次，F_2 以後行株距

45×10 cm，行長 5 m，重複 6 次，每小區 F_1 世代4行，F_2 世代6行，F_3 世代8行，F_4 世代 12 行，親本均各 1 行，田間管理同一般慣行法，每公頃肥料用量 N：P_2O_5：K_2O＝20：60：40 Kg，於整地前一次撒施，成熟期逢機每組合收取 F_1 40 株，F_2 以後 200 株，親本各 10 株，調查單株莢果及籽粒性狀，包括莢數、莢重、粒數、粒重、莢長、莢寬、粒長及粒寬共 8 個性狀。上述 F_1 到 F_4 組合及親本之資料，以 Griffing (1956) 之 Method II，Model I 進行分析，以獲得一般組合力 (GCA) 及特殊組合力 (SCA) 效應之估值；並利用親本資料進行均質性分析，結果年度間並非均質，故未合併分析。

結　　果

首先進行落花生型間及型內雜交組合之最大、最小、變域、平均值、變方及變異係數比較，將 15 個半互交 (不包括反交) 組合分成型內及型間組合，比較其 F_2 到 F_4 世代間在莢果及籽粒 8 個性狀的變異及其變化情形。由表 1 到表 8 之資料得知，在 8 個性狀中，型內雜交組合的變值小於型間雜交組合的變值，其中以變方值差異最大，尤其以莢數、莢重、粒數及粒重等 4 個性狀較爲明顯，莢果及籽粒大小等 4 個性狀較不明顯；而最小值的變化較無規則性，CV 值在型間及型內組合較無差異，但莢數、莢重、粒數及粒重等 4 個性狀 (40-60%) 明顯比莢果及籽粒大小等 4 個性狀 (15% 以下) 較大。比較 F_2 到 F_4 世代的各變值變化情形，除了 CV 值無明顯變化外，其餘變值均呈隨世代之增加而增加的趨勢，其中以變方及變域最明顯，而且 8 個性狀中仍以莢數、莢重、粒數及粒重等 4 個性狀較明顯之變化，但粒長及粒寬則較無規則性。比較型間的三種雜交組合的變值，在莢數、莢重、粒數及粒重等 4 個性狀，以亞種間的雜交組合 (SP×VI 及 VA×VI) 略大於亞種內的雜交組合 (SP×VA)，而莢果及籽粒大小等 4 個性狀則以亞種內的雜交組合略大。

比較 F_2 世代超越分離之表現，結果六於表 9。在 8 個性狀中，各組合的單株超越最優親本的比率在 0-6.5% 之間，其中型內組合及型間組合中的 SP×VI 組合在莢數、莢重、粒數及粒重等 4 個性狀的超越分離比率較高，均在 2.5% 以上，而 VA×VI 組合則在莢果及籽粒大小等 4 個性狀的超越分離比率較高，雖然 SP×VI 組合在莢數、莢重、粒數及粒重等 4 個性狀的比率最高，但莢果及籽粒大小等 4 個性狀則最低，而 VA×VI 組合則相反，其莢果及籽粒大小等 4 個性狀最大，莢數、莢重、粒數及粒重等 4 個性狀最小，顯然從此種組合中選得高產又大莢大粒的機會較小。

在比較 F_1 到 F_4 世代組合力的均方值方面，資料列於表 10 到表 13。各世代的組合力均方值顯示從 F_1 到 F_3 大部份性狀的一般組合力 (GCA) 及特殊組合力 (SCA) 均呈顯著，表示在 F_3 世代以前兩種組合力均佔相當重要成分，如果進行早期選拔不可忽略特殊組合力所造成之影響。而到 F_4 世代時，其特殊組合力已呈不顯著，雖然有些性狀明顯較一般組合力均方值較高，但已影響不大。由表 14 中比較一般組合力及特殊組合力均方的比值，顯示一般組合力從 F_1 到 F_4 世代有漸漸減少之趨勢，尤其以莢重、粒數及粒重等3個性狀最明顯。

表 15 到表 18 資料爲六個親本在 F_1 到 F_4 世代的一般組合力效應估值，顯示各世代各親本的一般組合力效應有很大的差異，較難判斷何者親本較優，但從4 個世代中大略比較其變化可發現 Spanish type 兩個親本

表 1. 落花生 F_2-F_4 世代型間及型內組合平均每株莢數之最大、最小、變域、平均值、變方及變異係數

Table 1. Means values for pod number variables of within and among plant type crosses in F_2-F_4 generations.

Generation	Cross*	Minimum	Maximum	Range	Mean	Variance	CV(%)
	Within type	2.001	27.331	25.330	11.521	21.154	40.621
F_2	Among type						
	SP×VA	0.501	37.254	36.753	12.402	37.375	48.613
	SP×VI	1.002	29.752	28.750	14.814	34.191	39.944
	VA×VI	1.750	27.503	25.753	11.415	26.374	43.455
	Within type	2.663	18.001	15.332	9.702	26.284	49.012
F_3	Among type						
	SP×VA	4.001	36.253	32.252	12.945	46.035	51.634
	SP×VI	2.000	42.505	40.505	14.453	80.030	59.343
	VA×VI	2.331	23.752	21.421	10.034	22.312	45.782
	Within type	4.661	34.661	30.000	15.302	40.894	42.434
F_4	Among type						
	SP×VA	3.252	43.253	40.001	17.464	73.798	49.142
	SP×VI	5.002	49.754	44.752	20.652	62.285	38.213
	VA×VI	3.502	41.005	37.503	15.381	54.293	46.464

*SP：Spanish type; VA：Valencia type; VI：Virginia type.

表 2. 落花生 F_2 -F_4 世代型間及型內組合平均莢重 (g) 之最大、最小、變域、平均值、變方及變異係數

Table 2. Means values for pod weight (g) variables of within and among plant type crosses in F_2-F_4 generation.

Generation	Cross*	Minimum	Maximum	Range	Mean	Variance	CV(%)
	Within type	0.994	33.081	32.083	15.691	46.770	42.361
F_2	Among type						
	SP×VA	1.085	37.674	36.601	13.792	45.051	47.893
	SP×VI	1.732	31.560	29.832	15.171	35.301	38.901
	VA×VI	3.611	38.951	35.340	18.713	68.202	43.344
	Within type	2.767	33.267	30.500	14.880	53.331	49.304
F_3	Among type						
	SP×VA	2.850	43.050	40.675	17.299	74.525	49.707
	SP×VI	2.025	46.100	44.075	16.933	99.055	57.617
	VA×VI	2.475	40.300	37.825	18.577	82.440	48.997
	Within type	7.100	56.133	49.033	25.489	14.942	43.112
F_4	Among type						
	SP×VA	4.008	65.150	61.143	27.776	59.615	46.720
	SP×VI	5.350	63.975	58.625	29.594	23.937	37.519
	VA×VI	6.850	68.850	62.000	30.342	85.248	44.725

*SP：Spanish type; VA：Valencia type; VI：Virginia type.

表 3. 落花生 F_2-F_4 世代型間及型內組合平均粒數之最大、最小、變域、平均值、變方及變異係數

Table 3. Means values for kernel number variables of within and among plant type crosses in F_2-F_4 generation.

Generation	Cross*	Minimum	Maximum	Range	Mean	Variance	CV(%)
F_2	Within type	5.334	56.334	51.000	23.142	99.762	43.003
	Among type						
	SP×VA	3.254	63.252	60.002	22.284	132.651	51.062
	SP×VI	4.752	54.501	49.751	20.071	112.081	40.824
	VA×VI	4.503	49.003	44.500	25.650	133.493	43.811
F_3	Within type	4.333	41.333	37.000	18.917	88.639	48.935
	Among type						
	SP×VA	3.925	63.250	59.325	23.256	157.234	53.150
	SP×VI	3.500	70.750	67.250	25.414	246.597	58.570
	VA×VI	4.000	53.250	49.250	18.907	124.491	46.934
F_4	Within type	8.333	74.667	66.333	31.842	183.543	43.494
	Among type						
	SP×VA	6.250	87.250	81.000	33.925	289.653	50.287
	SP×VI	8.500	88.000	79.500	39.920	222.081	37.340
	VA×VI	9.000	90.250	81.250	38.862	304.143	45.360

*SP : Spanish type; VA : Valencia type; VI : Virginia type.

表 4. 落花生 F_2-F_4 世代型間及型內組合平均粒重(g)之最大、最小、變域、平均值、變方及變異係數

Table 4. Means values for kernel weight (g) variables of within and among plant type crosses in F_2-F_4 generation.

Generation	Cross*	Minimum	Maximum	Range	Mean	Variance	CV(%)
F_2	Within type	0.912	23.741	22.835	11.101	25.692	44.401
	Among type						
	SP×VA	1.023	24.234	23.201	9.530	26.744	53.593
	SP×VI	1.695	23.382	21.780	11.143	21.253	41.212
	VA×VI	2.160	26.274	24.112	12.947	36.890	45.964
F_3	Within type	1.633	25.200	23.567	10.791	29.644	50.257
	Among type						
	SP×VA	1.950	31.575	29.625	12.250	39.278	51.106
	SP×VI	1.200	33.275	32.075	12.642	58.192	58.844
	VA×VI	1.400	29.375	27.975	10.660	44.480	51.062
F_4	Within type	4.800	40.800	36.000	18.015	60.391	44.151
	Among type						
	SP×VA	2.550	44.200	41.650	17.874	76.746	49.610
	SP×VI	3.775	44.100	40.325	20.960	41.961	37.090
	VA×VI	3.775	48.475	44.450	20.668	95.891	47.348

*SP : Spanish type; VA : Valencia type; VI : Virginia type.

表 5. 落花生 F_2-F_4 世代型間及型內組合平均莢長 (cm) 之最大、最小、變域、平均值、變方及變異係數

Table 5. Mean values for pod length (cm) variables of within and among plant type crosses in F_2-F_4 generation.

Generation	Cross*	Minimum	Maximum	Range	Mean	Variance	CV(%)
F_2	Within type	2.197	3.523	1.326	3.017	0.0855	9.514
	Among type						
	SP×VA	1.622	4.134	2.512	2.659	0.1487	14.112
	SP×VI	1.644	3.714	2.070	2.439	0.1039	13.031
	VA×VI	2.071	4.690	2.619	3.435	0.2230	13.774
F_3	Within type	2.407	4.380	1.973	3.303	0.2004	13.246
	Among type						
	SP×VA	1.965	4.245	2.280	3.036	0.2380	15.997
	SP×VI	1.905	3.633	1.728	2.717	0.1086	11.328
	VA×VI	2.468	5.013	2.545	3.659	0.2701	13.953
F_4	Within type	2.520	4.280	1.760	3.402	0.0932	8.514
	Among type						
	SP×VA	2.025	4.665	2.640	3.288	0.3104	16.938
	SP×VI	2.165	3.843	1.678	2.990	0.1218	10.321
	VA×VI	2.635	4.980	2.345	3.868	0.1970	11.178

*SP：Spanish type; VA：Valencia type; VI：Virginia type.

表 6. 落花生 F_2-F_4 世代型間及型內組合平均莢寬 (cm) 之最大、最小、變域、平均值、變方及變異係數

Table 6. Mean values for pod width (cm) variables of within and among plant type crosses in F_2-F_4 generation.

Generation	Cross*	Minimum	Maximum	Range	Mean	Variance	CV(%)
F_2	Within type	1.167	1.328	0.603	1.353	0.0145	8.794
	Among type						
	SP×VA	0.972	1.703	0.731	1.326	0.0237	11.592
	SP×VI	0.976	1.597	0.622	1.202	0.0151	10.045
	VA×VI	1.190	1.862	0.672	1.440	0.0211	9.621
F_3	Within type	1.100	2.020	0.920	1.453	0.0314	12.252
	Among type						
	SP×VA	0.780	1.950	0.920	1.414	0.0361	13.402
	SP×VI	0.960	1.585	0.625	1.294	0.0154	9.188
	VA×VI	1.060	1.885	0.825	1.556	0.0275	10.627
F_4	Within type	1.093	1.860	0.767	1.365	0.0209	10.391
	Among type						
	SP×VA	0.970	1.878	0.908	1.390	0.0329	12.974
	SP×VI	0.975	1.665	0.690	1.264	0.0171	9.908
	VA×VI	1.070	1.833	0.763	1.445	0.0210	9.870

*SP：Spanish type; VA：Valencia type; VI：Virginia type.

表 7. 落花生 F_2-F_4 世代型間及型內組合平均粒長 (cm) 之最大、最小、變域、平均值、變方及變異係數

Table 7. Mean values for kernel length (cm) variables of within and among plant type crosses in F_2-F_4 generation.

Generation	Cross*	Minimum	Maximum	Range	Mean	Variance	CV(%)
F_2	Within type	1.104	1.843	0.738	1.463	0.0016	2.671
	Among type						
	SP×VA	0.956	1.991	1.035	1.371	0.0037	4.455
	SP×VI	0.916	1.782	0.866	1.235	0.0032	4.402
	VA×VI	1.124	2.027	0.903	1.535	0.0031	3.647
F_3	Within type	1.087	1.953	0.890	1.543	0.0403	12.953
	Among type						
	SP×VA	0.995	1.950	0.955	1.480	0.0407	13.628
	SP×VI	0.975	1.663	0.688	1.351	0.0169	9.411
	VA×VI	1.380	2.385	1.005	1.961	0.0384	13.660
F_4	Within type	1.327	1.973	0.647	1.596	0.0144	7.239
	Among type						
	SP×VA	1.145	1.938	0.793	1.556	0.0266	10.476
	SP×VI	1.065	1.710	0.645	1.467	0.0103	6.824
	VA×VI	1.288	2.023	0.735	1.624	0.0204	8.403

*SP：Spanish type; VA：Valencia type; VI：Virginia type.

表 8. 落花生 F_2-F_4 世代型間及型內組合平均粒寬 (cm) 之最大、最小、變域、平均值、變方及變異係數

Table 8. Mean values for kernel width (cm) variables of within and among plant type crosses in F_2-F_4 generation.

Generation	Cross*	Minimum	Maximum	Range	Mean	Variance	CV(%)
F_2	Within type	0.583	1.048	0.465	0.808	0.0008	3.523
	Among type						
	SP×VA	0.554	1.135	0.592	0.794	0.0012	4.512
	SP×VI	0.587	1.032	0.445	0.803	0.0007	3.406
	VA×VI	0.562	1.056	0.570	0.809	0.0009	3.742
F_3	Within type	0.592	1.008	0.410	0.852	0.0114	12.363
	Among type						
	SP×VA	0.621	1.335	0.710	0.855	0.0128	12.934
	SP×VI	0.523	1.063	0.535	0.882	0.0098	11.189
	VA×VI	0.524	1.054	0.533	0.868	0.0101	11.560
F_4	Within type	0.752	0.972	0.223	0.861	0.0023	5.439
	Among type						
	SP×VA	0.553	1.076	0.525	0.870	0.0064	8.899
	SP×VI	0.725	0.985	0.258	0.845	0.0027	5.988
	VA×VI	0.764	1.042	0.283	0.881	0.0028	5.933

*SP：Spanish type; VA：Valencia type; VI：Virginia type.

表 9. 落花生 F_2 世代型內及型間組合超越最優親本之分離率 (%)

Table 9. Percentage of transgressive segregation for the higher parent within and among plant type crosses in F_2 population.

Cross*	Pod number	Pod weight	Kernel number	Kernel weight	Pod length	Pod width	Kernel length	Kernel width
Within type	2.5	3.7	2.5	3.4	0.7	1.8	0.5	0.6
Among type								
SP × VA	2.2	0.4	0.6	0.4	0.5	0.6	5.8	2.7
SP × VI	2.8	4.5	4.5	4.1	0.0	1.0	0.3	0.4
VA × VI	1.0	0.5	0.4	1.1	6.5	2.1	2.5	2.3

SP：Spanish type VA：Valencia type VI：Virginia type

表 10. 落花生 F_1 世代八個性狀組合力之均方值

Table 10. Mean squares from the combining ability analysis of variance on F_1 generation for eight characters.

Characters	GCA	SCA	Error
Pod number	59.8845**	5.0921**	1.2597
Pod weight (g)	19.3689**	9.2302**	2.6725
Kernel number	150.5834**	15.9445**	5.6526
Kernel weight (g)	14.2555**	4.6149**	1.4214
Pod length (cm)	0.6468**	0.0138**	0.0039
Pod width (cm)	0.0412**	0.0008	0.0005
Kernel length (cm)	0.0540**	0.0046**	0.0018
Kernel width (cm)	0.0036**	0.0012	0.0007

*,** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

GCA：general combining ability effect.

SCA：specific combining ability effect.

表 11. 落花生 F_2 世代八個性狀組合力之均方值

Table 11. Mean squares from the combining ability analysis of variance on F_2 generation for eight charactars

Characters	GCA	SCA	Error
Pod number	12. 6059**	2. 7907**	0. 7954
Pod weight (g)	36. 9674**	7. 1109**	1. 5078
Kernel number	75. 8566**	16. 7301**	3. 4766
Kernel weight (g)	13. 0000**	4. 1184**	0. 8262
Pod length (cm)	1. 0526**	0. 0421**	0. 0021
Pod width (cm)	0. 0612**	0. 0028**	0. 0003
Kernel length (cm)	0. 1314**	0. 0130**	0. 0007
Kernel width (cm)	0. 0036**	0. 0017**	0. 0002

*,** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

G C A: general combining ability effect.

S C A: specific combining ability effect.

表 12. 落花生 F_3 世代八個性狀組合力之均方值

Table 12. Mean squares from the combining ability analysis of variance on F_3 generation for eight characters.

Characters	GCA	SCA	Error
Pod number	20. 6076**	3. 6148**	1. 6010
Pod weight (g)	7. 0911*	6. 3453*	2. 5170
Kernel number	29. 7582**	18. 2121**	5. 8280
Kernel weight (g)	4. 1016*	3. 4808*	1. 4850
Pod length (cm)	0. 4138**	0. 0564**	0. 0043
Pod width (cm)	0. 0371**	0. 0029**	0. 0009
Kernel length (cm)	0. 0240**	0. 0069**	0. 0009
Kernel width (cm)	0. 0002	0. 0004	0. 0003

*,** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

GCA: general combining ability effect.

SCA: specific combining ability effect.

表 13. 落花生 F_4 世代八個性狀組合力之均方值

Table 13. Mean squares from the combining ability analysis of variance on F_4 generation for eight charactars.

Characters	GCA	SCA	Error
Pod number	18. 5631	7. 2096	9. 4120
Pod weight (g)	6. 1682	25. 1330	22. 5578
Kernel number	4. 5393	59. 1662	42. 2600
Kernel weight (g)	0. 6541	10. 4715	11. 5300
Pod length (cm)	0. 4789**	0. 0432	0. 0260
Pod width (cm)	0. 0221**	0. 0033	0. 0027
Kernel length (cm)	0. 0227**	0. 0054*	0. 0028
Kernel width (cm)	0. 0011	0. 0001	0. 0007

*,** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

GCA: general combining ability effect.

SCA: specific combining ability effect.

表 14. 一般組合力及特殊組合力均方值在 F_1 -F_4 世代之比值

Table 14. Relative magnitude of mean squares (MS) for general (GCA) and specific (SCA) combining ability for eight characters measured in the F_1-F_4 generation.

Characters	MS (GCA)／MS (SCA)			
	F_1	F_2	F_3	F_4
Pod number	11. 7602	4. 5171	5. 700	2. 5747
Pod weight (g)	2. 0984	5. 1987	1. 117	0. 2454
Kernel number	9. 4442	4. 5341	1. 634	0. 0767
Kernel weight (g)	3. 0890	3. 1566	1. 178	0. 0624
Pod length (cm)	47. 0378	24. 9989	7. 337	11. 0807
Pod width (cm)	54. 1974	21. 6739	12. 793	6. 6837
Kernel length (cm)	11. 7391	10. 0860	3. 478	4. 1402
Kernel width (cm)	3. 0603	2. 0371	0. 500	7. 4000

GCA：general combining ability effect

SCA：specific combining ability effect

在莢數、莢重、粒數及粒重等 4 個性狀的一般組合力效應較高，而莢果及籽粒大小的 4 個性狀則相反，大部份爲較大的負效應；Virginia type 兩個親本與 Spanish type 相反，在莢數、莢重、粒數及粒重等 4 個性狀較多大的負效應，莢果及籽粒大小的 4 個性狀則較多大的正效應。

表 15. 六個落花生親本在 F_1 世代之一般組合力效應估值

Table 15. Estimates of general combining ability (GCA) effects in F_1 for eight characters of six peanut parents.

Parent*	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
A_2	3.3125	1.7852	4.2867	1.4974	-0.3651	-0.0742	-0.0778	0.0237
A_2	3.6188	2.0787	5.2614	1.7618	-0.3395	-0.0948	-0.0769	0.0212
B_1	-2.4094	-1.1429	-2.9262	-1.4232	0.3174	0.0815	0.0231	-0.0229
B_2	-0.9031	-0.2385	1.6457	-0.1929	0.1271	0.0296	-0.1447	-0.0167
C_1	-2.1188	-1.5182	-5.2762	-1.0964	0.1799	0.0612	0.1313	-0.0167
C_2	-1.5000	-0.9642	-2.9915	-0.5467	0.0802	-0.0032	0.0450	0.0115
S.E.(gi-gi)	0.5612	0.8174	1.1888	0.5962	0.0316	0.0100	0.0224	0.0141

*A_1, A_2 : Spanish type; B_1, B_2 : Valencia type; C_1, C_2 : Virginia type.

表 16. 六個落花生親本在 F_2 世代之一般組合力效應估值

Table 16. Estimates of general combining ability(GCA) effects in F_2 for eight characters of six peanut parents.

Parent*	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
A_1	0.3716	-1.7039	-1.5209	-0.7703	-0.4118	-0.0782	-0.1034	0.0288
A_2	1.4249	-2.4226	0.1708	-1.4234	-0.4457	-0.1245	-0.1665	-0.0185
B_1	-1.3622	1.6003	-0.3619	0.3793	-0.4752	0.1075	0.1222	-0.0076
B_2	0.9704	3.3224	5.3683	2.2687	-0.1777	0.0471	-0.0102	-0.0054
C_1	-1.6838	-0.8543	-4.0001	-0.4634	0.1769	0.0533	0.1688	0.0237
C_2	0.2791	0.0582	0.3439	0.0091	0.0276	-0.0053	-0.0109	-0.0209
S.E.(gi-gi)	0.3994	0.6140	0.9323	0.4545	0.0230	0.0089	0.1135	0.0070

*A_1 , A_2 : Spanish type; B_1, B_2 : Valencia type; C_1, C_2 : Virginia type.

表 17. 六個落花生親本在 F_3 世代之一般組合力效應估值

Table 17. Estimates of general combining ability (GCA) effects in F_3 for eight characters of six peanut parents.

Parent*	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
A_1	0.6471	-1.1261	-1.3801	-0.8127	-0.3420	-0.0678	-0.0506	0.0043
A_2	4.3553	1.2637	4.6827	1.3088	-0.4112	-0.1476	-0.1021	0.0021
B_1	-1.4784	0.7282	-1.7248	-0.1194	0.3883	0.0902	0.1187	-0.0127
B_2	-0.9997	1.5242	1.9009	1.1451	0.2727	0.1082	0.0099	0.0031
C_1	-1.2799	-1.5756	-2.3421	-1.1284	0.0163	0.0057	0.4742	0.0031
C_2	-1.2444	-0.8143	-1.1366	-0.3934	0.0760	0.0114	-0.0233	0.0001
S.E.(gi-gi)	0.8005	1.2585	2.9140	0.7425	0.0021	0.0004	0.0004	0.0001

*A_1, A_2: Spanish type; B_1, B_2: Valencia type; C_1, C_2: Virginia type.

表 18. 六個落花生親本在 F_4 世代之一般組合力效應估值

Table 18. Estimates of general combining ability (GCA) effects in F_4 for eight characters of six peanut parents.

Parent*	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
A_1	2.1730	-1.2254	0.4687	-0.6768	-0.3571	-0.0771	-0.0902	-0.0168
A_2	3.0155	0.6798	1.2660	0.4002	-0.4517	-0.0863	-0.0807	-0.0186
B_1	-1.1670	2.1563	-0.5175	0.3389	0.3961	0.0807	0.0963	0.0219
B_2	-2.6602	-0.1439	0.8565	0.0657	0.3023	0.0884	-0.0014	0.0142
C_1	-0.7890	-0.7429	-0.4452	0.1257	0.1348	-0.0021	0.0663	-0.0063
C_2	-0.5722	-0.7239	-1.6285	-0.2536	-0.0244	-0.0036	0.0096	0.0057
S.E.(gi-gi)	2.1693	3.3578	4.5967	2.4010	0.1140	0.0374	0.0374	0.0020

*A1, A_2: Spanish type; B_1, B_2: Valencia type; C_1, C_2: Virginia type.

比較型間及型內組合特殊組合力的效應，結果列於表 19。在型內組合中莢數、莢重、粒數及粒重等 4 個性狀之特殊組合力應，在 F_1 世代爲正效應，從 F_2 世代起爲負效應且隨世代之增加其負效應加大；而莢長及粒長在 4 個世代的均爲正效應，粒寬除 F_3 世代爲負效應外，其餘 3 個世代均爲正效應，在型間組合中莢數、莢重、粒數及粒重

等 4 個性狀，SP×VA 組合在 F_1 時有最大的正效應，但到 F_2 世代以後均呈負效應，且隨世代之增加而增大，此與型內組合的變化類似；而 SP×VI 組合的變化則相反，其 F_1 世代均爲負效應，到 F_2 世代以後均爲正效應，且有較大的正效應；而 VA×VI 組合在此 4 個性狀中亦有由負效變正效應之趨勢；在莢果及籽粒大小的特殊組合力效應中，較難看出有規則性之變化，但以 SP×VI 組合大部份爲負效應，而 VA×VI 組合有較多的正效應。綜合觀之，型間組合中的 SP×VI 組合，在 8 個性狀中前 4 個性狀爲最大的正效應，後 4 個性狀有最大的負效應値得注意。

表 19. 落花生 F_1-F_4 世代型間及型內組合之特殊組合力效應比較

Table 19. Estimates of specific combining ability (SCA) effects for eight characters of F_1-F_4 within and among peanut type crosses.

Parent*	Cross Cross	Pod number	Pod weight (g)	Kernel number	Kernel weight (g)	Pod length (cm)	Pod width (cm)	Kernel length (cm)	Kernel width (cm)
F	Within type	0. 1191	0. 0904	0. 7416	0. 2485	0. 0656	0. 0022	0. 0213	-0. 0099
	Among type								
	SP×VA	2. 0888	3. 0527	2. 4890	1. 8457	-0. 0937	0. 0165	0. 0684	0. 0277
	SP×VI	-1. 1080	-1. 8612	-2. 0418	-1. 4709	-0. 0815	-0. 0194	-0. 2134	-0. 0182
	VA×VI	-0. 8987	-3. 4886	-1. 2970	-0. 8289	0. 0958	0. 0144	-0. 0290	-0. 0248
F	Within type	-1. 3144	-0. 5284	-1. 8480	-0. 2851	0. 0886	0. 0190	0. 0531	0. 0093
	Among type								
	SP×VA	-0. 9659	-2. 4472	-4. 5347	-2. 0948	-0. 1655	0. 0148	0. 0378	-0. 0032
	SP×VI	1. 8831	1. 4124	3. 6257	1. 0635	-0. 1644	-0. 0566	-0. 1179	0. 0007
	VA×VI	-0. 3544	0. 4303	-0. 0063	0. 4393	0. 1139	0. 0090	-0. 0104	0. 0165
F	Within type	-2. 1468	-2. 0700	-4. 0626	-1. 4288	0. 1321	0. 0253	0. 0596	-0. 0099
	Among type								
	SP×VA	-0. 2498	-0. 9933	-1. 6485	-0. 8445	-0. 0890	-0. 0060	-0. 0231	-0. 0054
	SP×VI	1. 2876	1. 0030	2. 3646	0. 8507	-0. 1219	-0. 0342	-0. 0665	0. 0120
	VA×VI	0. 5723	1. 5249	2. 3308	1. 0629	0. 1118	0. 0212	0. 0121	0. 0074
F	Within type	-2. 0097	-3. 0464	-4. 6112	-1. 4909	0. 0157	-0. 0029	0. 0368	-0. 0038
	Among type								
	SP×VA	-0. 6018	-1. 5071	-3. 5623	-1. 6633	-0. 0446	0. 0215	0. 0342	0. 0065
	SP×VI	1. 3497	2. 1127	3. 6593	1. 6819	-0. 0461	-0. 0519	-0. 0433	-0. 0009
	VA×VI	0. 7588	1. 6787	3. 3614	1. 1245	0. 0790	0. 0027	-0. 0185	-0. 0027

*SP：Spanish type; VA：Valencia type; VI：Virginia type.

討　　論

雜交育種的目的，乃在利用雜交創造變異，再由變異中選拔優良個體，以達到新品種的育成。落花生品種改良亦以雜交育種爲最有利的手段之一 (Nordon, 1973)，爲了擴大遺傳的變異、建立廣大遺傳基礎及增加育種選拔的機會，利用型間及亞種間品種進行雜交，以導入或結合有利的特性而獲得品種的改良，在落花生已普遍被利用 (Hammons, 1973；Layrisse *et al.*, 1980；Parker *et al.*, 1970；Swe and Branch, 1986；Wynne *et al.*, 1975)。本試驗利用三種不同植物型各 2 個品系進行半互交共 15 個組合，再劃分成型間及型內組合，以比較其差異性，從 F_2 到 F_4 世代在所調查之 8 個性狀中，不論型內或型間組合，其變異範圍及變方均隨世代之增加而擴大，甚至於組合的平均值也有增加的趨勢，落花生爲自交作物，以其遺傳固定時爲選拔的最終目標，顯然在愈晚世代進行選拔愈有利，有更大的機會選得理想之優良單株。由型間及型內比較結果，顯示型間組合有較大的遺傳變異，在型間組合中又以亞種間雜交組合 (SP×VI 及 VA×VI) 的變異較大，而且在 F_2 世代亦有較高比率的超越分離現象，具有較高的育種潛能，與 Wynne *et al* (1975a,b) 及 Isleib and Wynne (1983a) 所得結果相似，均符合兩親血緣越遠其後代族群變異越大之理論。

雜交親本的選擇是決定育種目標成功與否的關鍵所在，因此，如何在不同類型落花生之雜交組合中，探討其雜交候裔族群的遺傳變化，及運用組合力分析，獲得親本的選擇及基因作用形式的訊息，可供作育種之參考，乃是十分重要。由本試驗結果顯示，一般組合力及特殊組合力均方值從 F_1 到 F_3 世代在 8 個性狀大部份均呈顯著，而到 F_4 時特殊組合力都不顯著，因此在 F_4 世代以後才選拔將可避免因特殊組合力所造成之偏差；六個親本的一般組何合力效應，在 4 個世代分析結果差異頗大，相關性低較難判斷何種 type 的親本較優，但一般而言，Spanish type 兩個親本對莢數、莢重、粒數及粒重等 4 個性狀的正效應較大，Virginia type 則以莢果及籽粒大小等 4 個性狀的正效應較大，因此，以此兩種 type 進行型間雜交將可得互利互補，對莢果及籽粒性狀的改良較有利益。

一般而言，利用 F_1 後裔組合力分析，判斷親本的潛能，最省勞力及符合落花生育種程序之方法之一，因此常被利用進行分析 (Wynne *et al.*, 1970；Manohran *et al.*, 1985；Anderson *et al.*, 1986；Swe and Branch, 1986；Dwivedi *et al.*, 1989)，但分析結果與後期世代的分析結果不同 (Wynne, 1976；Isleib and Wynne, 1983；Holbrook, 1990)，因此認爲在 F_1 世代進行評估並不適當。前述作者是在同時同地進行試驗，或認爲年度間爲均質性所得之結果；但基因型與環境交感作用普遍存在 (Sangha and Labana, 1982；Swe and Branch, 1986；Michaels, 1988；盧等，1990)；年度間之差異亦普遍存在。而一般育種方式是每年均繁殖後代，因此，如果要在早期世代評估親本及組合的好壞，則必需在不同年度的後代具相關性，本試驗在不同年度分析結果各世代間的相關性均低，實不適宜在早期世代進評估後代的好壞或親本的潛能。

引用文獻

1. 盧煌勝、楊金興、曹文隆。1990。基因型與環境交感效應變方成分劃分在落花生品系試驗中環境評估之應用。中華農業研究 39：174-181。

2. Anderson, W. F., J. C. Wynne, C. C. Green, and M. K. Beute. 1986. Combining ability and heritability of resistance to early and late leaf spot of peanut. Peanut Sci. 13:10-14.

3. Baker, R. J. 1978. Issue in diallel analysis. Crop Sci. 18: 533- 536.

4. Chiow, H. Y. and J. C. Wynne. 1983. Heritabilities and genetic correlation for yield and quality traits of advanced generations in a cross of peanut. Peanut Sci. 10:13-17.

5. Dwivedi, S. L., K. Thendapani, and S. N. Nigam. 1989. Heterosis and combining ability studies and relationship among fruit and seed characters in peanut. Peanut Sci. 16:14-20.

6. Gibbons, R. W., A. H. Bunting, and J. Smartt. 1972. The classification of varieties of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Euphytica 21:78-85.

7. Gibori, A., J. Hillel, A. Cahaner, and A. Ashri. 1978. A 9 × 9 diallel analysis in peanuts (*A. hypogaea* L.). Flowering time, tops weight, pod yield per plant, and pod weight. Theor. Appl. Genet. 53:169-179.

8. Gregory, W. C., A. Krapovickas, and M. P. Gregory. 1980. Structure, variation, evolution, and classification in Arachis. *In*: Advanced in Legume Science. Royal Bot. Gardens, Kew, UK. pp. 469-481.

9. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9:463-493.

10. Hammons, R. O. 1971. Inheritance of infloresences in main stem leaf axils in *Arachis hypogaea* L. Crop Sci. 11:570-571.

11. Hammons, R. O. 1973. Genetics of *Arachis hypogaea*. In: Peanuts - Culture and Uses. Amer. Peanut Res. Educ. Assoc. Inc., Stillwater, Okla. pp. 135-173

12. Holbrook, C. C. 1990. Utility of early generation diallel analysis for predicting parental potential for yield and yield components in peanuts. Peanut Sci. 17:9-11.

13. Isleib, T. G. and J. C. Wynne. 1983a. Heterosis in testcrosses of 27 exotic peanut cultivars. Crop Sci. 23:832-841.

14. Isleib, T. G. and J. C. Wynne. 1983b. F_4 bulk testing in testcrosses of 27 exotic peanut cultivars. Crop Sci. 23:841-846.

15. Layrisse, A., J. C. Wynne, and T. G. Isleib. 1980. Combining ability for yield, protein and oil of peanut lines from South American centers of diversity. Euphytica 29:561-570.

16. Makne, V. G., and N. L. Bhale. 1987. Combining-ability analysis for yield, protein and oil in groundnut. Indian J. Agric. Sci. 57:617-621.

17. Manohran, V., P. Vindhiyavarman, N. Sundaram, and S. Thangavelu. 1985. An analysis of combining ability in groundnut. Madras Agric. J. 72:601-605.

18. Mather, K. and J. L. Jinks. 1971. Biometrical Genetics. Cornell Univ. Press, Ithaca, New York. 382p.

19. Michaels, T. E. 1988. Effect of selection for emergence and maturity on yield of Ontario peanuts. Peanut Sci. 15:69-72.

20. Norden, A. J. 1973. Breeding of the cultivated peanut. In: Peanuts - Culture and

Uses. Amer. Peanut Res. and Educ. Assoc. Inc., Stillwater, Okla. pp.175-208.

21. Parker, R. C., J. C. Wynne, and D. A. Emery. 1970. Combining ability estimates in *Arachis hypogaea* L. I. F seedling responses in a controlled environment. Crop Sci. 10:429-432.

22. Sangha, A. S., and K. S. Labana. 1982. Diallel analysis in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Part 2. Pod number and pod yield. Theor. Appl. Genet. 64:59-63.

23. Swe, S. T. and W. D. Branch. 1986. Estimates of combining ability and heterosis among peanut cultivars. Peanut Sci. 13:70-74.

24. Wynne, J. C. 1976. Evaluation of early generation testing in peanuts. Peanut Sci. 3: 62-66.

25. Wynne, J. C., D. A. Emery, and P. W. Rice. 1970. Comobining ability estimates in *Arachis hypogaea* L. II. Field performance of F hybrids. Crop Sci. 10:713-715.

26. Wynne, J. C., J. O. Rawlings, and D. A. Emery. 1975. Combining ability estimates in *Arachis hypogaea* L. III. F generation of intra- and intersubspecific crosses. Peanut Sci. 2:50-54.

Genetical Variations of Agronomical Traits in Different Plant Type Crosses of Peanut

K. H. Yang[1] and F. S. Thseng[2]

[1] Department of Agronomy, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

[2] Department of Agronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan 402, ROC.

Six peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes, including two of each from Spanish, Valencia, and Virginia types, representing a wide range of genetic diversity, were selected as the parents. A 6 × 6 half-diallel mating design was followed from F_1 to F_4 for evaluating the population genetic variability and combining ability of pod and seed traits.

The changes in population genetic variability and combining ability parameters among the F_1 and the resulted subsequent generation and the performances of the parameters of inter- and intra-type crosses were investigated. The population variability of crosses increased from F_1 to F_4 , and those of intertype were larger than intratype of subspecific crosses. The parents and

progenies, F_1 to F_4 generations, were tested in the spring crops of 1989 and 1992. Experimental results indicated that both general and specific combining abilities (GCA and SCA) were significant in most cases. Furthermore, the GCA effects were higher than SCA effects for all traits in the F to F generations. However, theratios of GCA/SCA were low in the later generations. This suggests that the SCAeffects might bemore importantin advancedgeneration. The GCA effects of the sixparents estimatedfrom theF andfrom the subsequent generations varied. Thisfact indicates that combiningability parameters estimated from theearlygeneration mightnot be effective for predicting the performance in later or subsequent generations. Comparing SCA effects of inter- and intra-type crosses showed that Spaniah type × Virginia type and Valencia type × Virginia type combinations had more positive effecets from F_2 generation, Spanish type × Valencia type combinations had negative effects for most traits from F_2 generation. This result suggests that crosses between Spanish or Valencia type with Virginia type peanut were promising combinations for pod and seed traits improvement.

Key words : Peanut (*Arachis hypogaea* L.), Plant types crosses, Genetic variations, combining ability.